



338306

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, establecida en 29, rue de la Fédération, Paris,

Francia, por:

» UN DISPOSITIVO DE PARED ELECTRICAMENTE AISLANTE »

El presente invento, debido al Sr. David Yerouchalmi, se refiere a una pared eléctricamente aislante, de naturaleza compuesta, para tobera de conversión magnetohidrodinámica. Ciertos generadores de electricidad por efecto magnetohidrodinámico, en abreviatura MHD, que funcionan en ciclo abierto, incluyen una tobera de sección rectangular donde gases de combustión llevados a 2.700 - 3.000° K por sobreoxigenación o por adición de aire secundario a temperatura elevada, son ionizados por una semilla alcalina, y adquieren así una conductibilidad eléctrica del orden de 10 a



40 mho.m. Circulando a velocidades de aproximadamente
700 - 800 m/s en un campo magnetico intenso (superior a
2 Teslas) normal a dos de las paredes opuestas a la tobe-
ra, que deben ser eléctricamente aislantes, estos gases
5 sembrados pasan a ser la sede de una corriente eléctrica
sensiblemente perpendicular al sentido de su desplazamien-
to, así como a la dirección del campo magnetico, según la
ley de Laplace; esta corriente puede ser recogida en un
circuito exterior de carga, a condición de que las dos
10 paredes restantes y opuestas de la tobera sean electrica-
mente conductoras, y que el contacto eléctrico entre los
gases calientes sembrados y la cara frontal del electrodo
se haga sin disminución notable de la tensión.

Las paredes eléctricamente aislantes de la tobera
15 no llegan a ser, evidentemente, la sede de corrientes de
fuga en superficie o en profundidad que cortocircuitarían
la corriente generada en los gases de combustión ionizados
y que provocarían pérdidas exageradas de energía: se pue-
den utilizar, en principio, paredes metálicas constituidas
20 por una ensambladura de baldosas poligonales (generalmente
cuadradas), aisladas eléctricamente entre sí por elementos
cerámicos y refrigeradas por circulación de una corriente
interna de aire o de agua: este tipo de pared con cara
frontal (en contacto con el gas sembrado) mantenida a baja
25 temperatura, presenta dos inconvenientes mayores, relacio-
nados con el depósito de semilla en forma líquida sobre la
cara frontal refrigerada. Por una parte, la semilla líquida
se deposita sobre el material cerámico aislante, generalmen-
te formado por un cemento de aluminato de cal poroso, y emi-
30 gra en este haciendolo rápidamente conductor: por otra parte,



una película de semilla líquida es expulsada por los gases a gran velocidad sobre las baldosas metálicas y origina inevitablemente, por delgada que sea, una corrosión del metal y su destrucción: corrientes de fugas se estable-
5 cen a término mas o menos breve en este tipo de pared y originan pérdidas prohibitivas de energía.

Los inconvenientes citados desaparecen, evidentemente, si la pared eléctricamente aislante presenta una cara frontal mantenida a una temperatura sensiblemente
10 superior al punto de rocío o temperatura de licuación de la semilla alcalina. Pero es indispensable entonces evitar que los materiales cerámicos que las constituyen rebasen una conductibilidad de 1 a 5 mho.m : este valor constituye un límite fijado por las condiciones de funcionamiento de
15 los generadores MHD. Para cumplir estas condiciones, es preciso:

- por una parte, que el material cerámico eléctricamente aislante sea suficientemente denso para que no haya emigración de semilla en forma de vapor en poros internos
20 mas frios donde se licuaría haciendo el material cerámico rápidamente conductor. Es sabido elaborar y fritar materiales cerámicos eléctricamente aislantes a elevada temperatura (alúmina, magnesia, o circonatos) en la prensa isostática, por fritado bajo carga o por sobrecompresión con fritado a temperatura elevada, o incluso, por fusión y colada
25 en molde de arena, que tienen densidades próximas a 90-95% o más de la densidad teórica: tales materiales cerámicos son impermeables a la penetración de la semilla alcalina, pero como contrapartida, son sensibles a los choques térmicos, y no pueden ser utilizados mas que en forma de pie-
30



zas de pequeñas dimensiones, si han de ser sometidas a temperaturas elevadas;

- por otra parte, que la temperatura de la cara frontal caliente no se eleve por encima de un nivel en que la cerámica cesa de ser suficientemente aislante. Ahora bien, medidas sistemáticas de conductividades eléctricas de diversos materiales cerámicos han conducido a la conclusión de que fuera de los monocristales de magnesia difícilmente utilizables, no existían materiales cerámicos electricamente aislantes a un grado suficiente para la conversión de energía por MHD por encima de 1.900-2.000° K.

Para mantener caras frontales de material cerámico eléctricamente aislantes a 1.900-2.000 K, con gases a 2.700-3.000 k que circulan en la tobera MHD a velocidades del orden de 700-800 m/segundo, es indispensable, evidentemente, refrigerar el respaldo de estos materiales cerámicos (cuyo grosor dependerá a su vez de su conductividad térmica y del flujo térmico que serán obligados a evacuar), en general por una corriente de agua cuya temperatura es del orden de 350° K.

Una refrigeración controlada del empalme de los materiales cerámicos se obtiene por la fijación de estos, por enbridad mecánica, soldadura material cerámico-metal, o ambas, sobre una caja de cobre refrigerado.

Si, a título de ejemplo no limitativo, el material cerámico es de circonato eléctricamente aislante (de calcio o de estroncio), el cálculo muestra que, con un flujo térmico de 60-70 wátios/cm² (tobera experimental) el grosor de los circonatos es de, aproximadamente, 10 mm. Es posible constituir paredes de material cerámico por piezas monolíti-



cas fritadas de este grosor. Pero el grosor se reduce a
1 mm -1,5 mm, cuando el flujo es de 400 a 500 watio/cm²
(tobera industrial de 500 NW técnica). Ahora bien, no se
trata ya de considerar piezas de material cerámico denso
5 de 1 a 1,5 mm de grosor que tienen una solidez mecánica
suficiente para durar varios centenares de horas.

Es conocido utilizar paredes aislantes que se com-
ponen de varillas de material cerámico cuya dimensión ma-
yor está dispuesta paralelamente a la circulación de los
10 gases, llevadas por tabiques de cobre atravesados por con-
ductos de refrigeración. Tal disposición presenta, sin em-
bargo, un inconveniente: en efecto, habida cuenta de las
tensiones térmicas importantes a las cuales están sometidas
las varillas y a causa de la gran diferencia entre su
15 longitud y su anchura, corren el riesgo de producirse fi-
suras.

El presente invento trata de la concepción de una
pared aislante que responda mejor que las anteriormente
consideradas a las exigencias de la práctica, especialmen-
20 te por que responde a las diversas condiciones citadas,
en particular por su resistencia al choque térmico y su
capacidad de evacuar flujos térmicos elevados para con-
servar una temperatura de cara frontal suficientemente
reducida.

25 Con esta finalidad, el invento propone una pared
aislante que comprende, por una parte, una caja de mate-
rial conductor del calor, mantenida a baja temperatura y
provista en una cara de un tabicado que delimita alvéo-
los y, por otra parte, baldosas que presentan, en planta
30 dimensiones del mismo orden en todos los sentidos, de ma-



54 terial cerámico denso, eléctricamente aislante, encajadas en dichos alvéolos, presentando dichas baldosas, por encima del tabicado, rebordes contíguos, siendo la altura de los rebordes y las dimensiones en planta de las baldosas suficientemente pequeñas para que la temperatura de la cara frontal de la pared, sometida a la acción de los gases calientes, no rebase un valor tal que el material cerámico sea aislante.

10 En un modo de puesta en práctica preferido del invento, el tabicado está constituido por tabiques y plaquitas separadas por los tabiques y dispuestas ortogonalmente a estas, ensanchándose las plaquitas hacia la cara frontal para retener las baldosas y estando ancladas en la caja.

15 El invento consiste igualmente en otras disposiciones, ventajosamente utilizables en relación con las precedentes, pero que pueden serlo independientemente. Todas estas disposiciones aparecerán mejor por la lectura de la descripción que sigue de modos de puesta en práctica del invento, dados a título de ejemplos no limitativos. La descripción se refiere a los dibujos que la acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una vista parcial de una tobera provista de una pared según el invento, representada en corte según un plano perpendicular al sentido de la circulación;

25 la figura 2 es una vista en perspectiva parcialmente despiezada de la pared aislante mostrada en la figura 1, no estando representados los orificios de unión con el circuito de refrigeración;

30 la figura 3 es una vista en alzado de una pared según una variante del invento, en corte parcial según



su plano central;

La figura 4 es un corte según la línea IV-IV de la figura 3;

La figura 5 similar a la figura 2, muestra otra variante del invento.

La figura 1 muestra una fracción de tobera MHD, representada en corte transversalmente al sentido de circulación de los gases. Esta tobera comprende dos electrodos opuestos, de los cuales solo uno, 10 está representado, y dos paredes aislantes igualmente opuestas, de las cuales una sola 12, está parcialmente representada. El electrodo es del tipo descrito en la solicitud de patente presentada hoy a nombre de la solicitante nº 338.304. La pared aislante 12, representada en la figura 2 en perspectiva, comprende una caja 14 de material conductor (por ejemplo de cobre) en la cual está formado un conducto 16 de circulación de agua de refrigeración (figura 1) unido a pasos 17 (figura 2) de recepción de toberas no representados. Entre el electrodo 10 y la caja 14 de la pared 12 están interpuestas plaquitas aislantes 18, por ejemplo de cerámica.

En la cara frontal de la caja 14 están cortadas dos series de ranuras 20 y 22 de recepción de un tabicado dispuestas en ángulo recto. Las ranuras 20 paralelas al sentido de circulación de los gases, presentan una sección recta en cola de milano. Por el contrario, las ranuras 22, ortogonales a las precedentes, presentan una sección recta rectangular. En las ranuras 22 se introducen tabiques 24 de caras paralelas (figura 2) que unas varillas 26 retienen en su sitio. Unas plaquitas 28, que presentan una base



de forma correspondiente a las de las ranuras 20, estan
enfiladas y retenidas en éstas; estan separadas e inmo-
vilizadas en traslación por los tabiques 24 y dos bridas
planas, tales como 30, fijas a la caja 14 por tornillos
5 32. Estas bridas 30 retienen igualmente las varillas 26.
Las plaquitas 28 y tabiques 24 presentan el mismo salien-
te H por encima de la caja. La porción de las plaquitas
28 que sobresalen de las ranuras, presenta una sección
recta que va ensanchándose con objeto de delimitar con
10 los tabiques alvéolos ciegos 34 de fondo rectangular, que
se van estrechando a partir de la caja 14.

Para asegurar una buena conducción térmica entre
la caja 14, por una parte, los tabiques 24 y plaquitas 28,
por otra parte, está realizada una unión por estaño entre
15 ellos, como se verá más adelante.

Se realiza así un tabicado metálico que es refri-
gerado por el fluido que circula en el conducto 16 de la
caja. Cada uno de los alvéolos 34 de este tabicado recibe
una baldosa 36 de material cerámico aislante térmico, de
20 circonato de calcio por ejemplo, que está aprisionada por
las plaquitas que impiden su arranque. Las baldosas son de
material cerámico denso, es decir, poco poroso, para que
no sean impregnables por la semilla; son preparadas gene-
ralmente por fritado.

25 Cada una de las baldosas 36 es monobloque, pero
puede ser considerada como compuesta de un pie de altura
H sensiblemente igual a la profundidad de los alvéolos 34 y
de forma ajustada a las de los alvéolos, y de un sombrere-
te de grosor h, que sobresale lateralmente del pie, de al-
30 tura D, para constituir un reborde de anchura d tal que



los sombreretes de dos baldosas adyacentes no dejen subsistir más que una holgura tan pequeña como sea posible, suficientemente reducida para evitar la penetración de la simiente.

5 Las partes laterales de los tabiques 24 presentan un resalto que los lleva al nivel de los bordes de la caja 14, para dejar paso a dos regletas 38 de material cerámico aislante, uno de cuyos rebordes se aplica debajo de las baldosas 36 pertenecientes a las filas laterales. Es-
10 tas dos regletas 38 están inmovilizadas por los electrodos (figura 1), una vez montada la tobera.

Las dimensiones H, h, D y d de las baldosas 36 de cerámica eléctricamente aislante y el grosor de los tabicados metálicos, están calculadas de manera que aseguran la
15 circulación del flujo térmico correspondiente a la potencia térmica inyectada en la tobera LHD, manteniendo a la vez para las caras frontales de los materiales cerámicos una temperatura que no excede de 1900-2000°K: a título no
20 limitativo, los valores $D = 16$ mm, $H = 8$ a 9 mm, $h = 3$ a 4 mm, son utilizables para un flujo térmico de 40 a 50 vatios/ cm^2 , cuando la cerámica es un circonato.

El contacto térmico puede ser excelente entre las baldosas de cerámica densa 36, mecanizadas con precisión, y las plaquitas metálicas 28, mecanizadas con la misma pre-
25 cisión. La conducción térmica puede ser mejorada todavía por el depósito de capas intersticiales y laminares constituidas por una película de plata.

El empleo de materiales cerámicos densos fritos es hecho posible estructuralmente por la supresión de la
30 limitación que constituiría, en el caso de un grosor cerá-



mico constante en toda la cara frontal, el grosor límite en el sentido del flujo térmico: si la dimensión lateral D de la baldosa (pudiendo ser considerado D como el lado, si el pie es cuadrado, el diámetro si se trata de un círculo, la mediatriz si se trata de un hexágono, etc.) es suficientemente pequeña, existe evacuación lateral importante de calor a partir de las capas superficiales de la cara frontal, sin que sea impuesta ninguna limitación molesta sobre la profundidad H , que puede ser elevada.

Los rebordes de anchura \underline{d} que forman parte integrante de las baldosas y destinados al recubrimiento de los tabiques 24 y plaquitas 28 de metal refrigerado, tienen por misión esencial aislar la caja metálica refrigerada 14 de la corriente eléctrica generada por MHD en los gases de combustión sembrados: este valor \underline{d} puede ser calculado de manera que el flujo térmico sea evacuado hacia el metal refrigerado del tabicado, conservando a la vez en la totalidad de la cara frontal 1900 a 2000°K. Formando parte integrante el sombrerete de las baldosas cerámicas, de las cuales sobresale poco en dimensión relativa, la estructura es tecnológicamente fuerte.

El montaje de la pared se efectúa de manera muy sencilla: sobre la caja provista de una de las bridas 30, se enfila una hilera de plaquitas 28, y luego las baldosas correspondientes. Baldosas 36 y plaquitas 28 son inmovilizadas entonces por colocación en su sitio de un primer tabique 24. Una segunda hilera es colocada en su sitio, y así sucesivamente hasta la colocación en su sitio de las varillas 26 y fijación de la segunda brida 30. Antes de la colocación en su sitio de las plaquitas, son depositadas



partículas de estaño en las ranuras en forma de cola de milano; estas son fundidas in situ después del montaje de los tabiques y plaquitas metálicas, calentando todo a 400°C. Igualmente, es depositado a pincel sobre las plaquitas un barniz que contiene una suspensión de plata: la plata se funde por sí misma durante el funcionamiento, mejorando los contactos.

Es preciso señalar la facilidad del desmontaje del conjunto constituido por las baldosas 36 de materiales cerámicos eléctricamente aislantes, y las plaquitas 23 y tabiques 24 metálicos, después de un largo servicio y de la sustitución por piezas nuevas, lo que permite que la misma caja 14 vuelva a servir. La variante de realización mostrada en las figuras 3 y 4 no se diferencia prácticamente de las de las figuras 1 y 2 mas que por la estructura de la caja, constituida en esta ocasión por varias piezas ensambladas. En las figuras 3 y 4, las piezas ya mostradas en las figuras 1 y 2 llevan, para mayor sencillez, el mismo número de referencia afectado por el índice prima.

La caja 14' se compone de una cubeta maciza 40, en la cual está mecanizado un vaciado rectangular 42, y de un arco 44 que soporta tabiques 24', plaquitas 23' y baldosas 36'. Estas dos piezas estan fijas una a otra, por ejemplo por soldadura fuerte. El marco comprende una serie de salientes 46 que, cuando las dos piezas estan ensambladas, se aplican contra el fondo del vaciado 42, delimitando así una serie de canales paralelos 48: se aumenta así muy sensiblemente la superficie de contacto entre el marco 44 y el fluido (agua en general) que circula entre la cubeta y el chasis, de la boquilla 50 hacia la



boquilla 52 (figura 3). Estas boquillas estan fijadas a la cubeta por tornillos 54, por ejemplo, pudiendo estar asegurada la estanqueidad por una soldadura fuerte complementaria.

5 En la variante de realización mostrada en la figura 5 (donde las piezas ya mostradas en las figuras precedentes llevan, para mayor claridad, el mismo número de referencia afectado por el índice segunda), el tabicado se reduce a las plaquitas 28". Cada una de estas plaquitas 28" presenta la misma sección recta que en los modos de realización precedentes, pero se extiende a todo lo largo de la pared 12".

15 Las baldosas 36" presentan una forma ligeramente diferente de la de las baldosas 36 y 36'. En efecto, el sombrero no sobresale lateralmente del pie mas que por dos lados, con el fin de recubrir las plaquitas 28". Los lados de las baldosas que, una vez ensamblada la pared, se apoyan contra una baldosa adyacente, son, evidentemente, planos y perpendiculares a la cara frontal de las baldosas.

20 Las baldosas de una misma hilera estan mantenidas apretadas unas contra otras por las bridas 30", que retienen igualmente en su sitio las plaquitas 28".

25 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Francia el 22 de marzo de 1.966 con el número P.V. 54.573 se acoge a los beneficios del articulo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



N O T A

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España por VEINTE años son los siguientes:

10 1ª.- Un dispositivo de pared eléctricamente aislante, especialmente para tobera de conversión magnetohidrodinámica, que incluye, por una parte, una caja de material conductor del calor, mantenida a baja temperatura y provista en una cara de un tabicado y, por otra parte, elementos de cerámica densa eléctricamente aislante encajados en dicho
15 tabicado, presentando dichos elementos rebordes, por encima del tabicado, cuya altura es suficientemente pequeña para que la temperatura de la cara frontal de la pared, sometida a la acción de los gases calientes, no exceda de un valor tal que la cerámica sea aislante, caracterizado por que dichos elementos están constituidos por baldosas que presentan, en planta, dimensiones del mismo orden en todos los
20 sentidos y por que dichos rebordes son sensiblemente continuos.

25 2ª.- Un dispositivo de pared eléctricamente aislante, según la reivindicación 1, caracterizado por que el tabicado comprende plaquitas ancladas en la caja y que van ensanchándose hacia la cara frontal para retener las baldosas.

30 3ª.- Un dispositivo de pared eléctricamente aislante, según la reivindicación 2, caracterizado por que las



plaquitas estan ancladas en la caja por una ensambladura
corrediza con cola de milano.

4^a.- Un dispositivo de pared eléctricamente aislante,
según las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado por
5 que el tabicado está constituido por tabiques y por dichas
plaquitas que estan separadas por los tabiques y dispuestas
ortogonalmente a éstos.

5^a.- Un dispositivo de pared electricamente aislante
según las reivindicaciones 2, 3 o 4, caracterizado por
10 que el contacto térmico entre las baldosas de cerámica y
las plaquitas o tabiques está mejorado por depósito sobre
las caras adyacentes de suspensión de plata en un barniz.

6^a.- Un dispositivo de pared eléctricamente aislante
según las reivindicaciones 2, 3 o 4, caracterizado por
15 que el contacto térmico entre tabiques y plaquitas metálicas
y caja refrigerada está mejorado por depósito de partículas
de estaño fundido por caldeo a 400^o C.

7^a.- Un dispositivo de pared eléctricamente aislante.

20 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede,
representado en los dibujos que se acompañan y para los
fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina
por una sola cara.

26 APR 1951

25

Madrid,

P. A.

338305

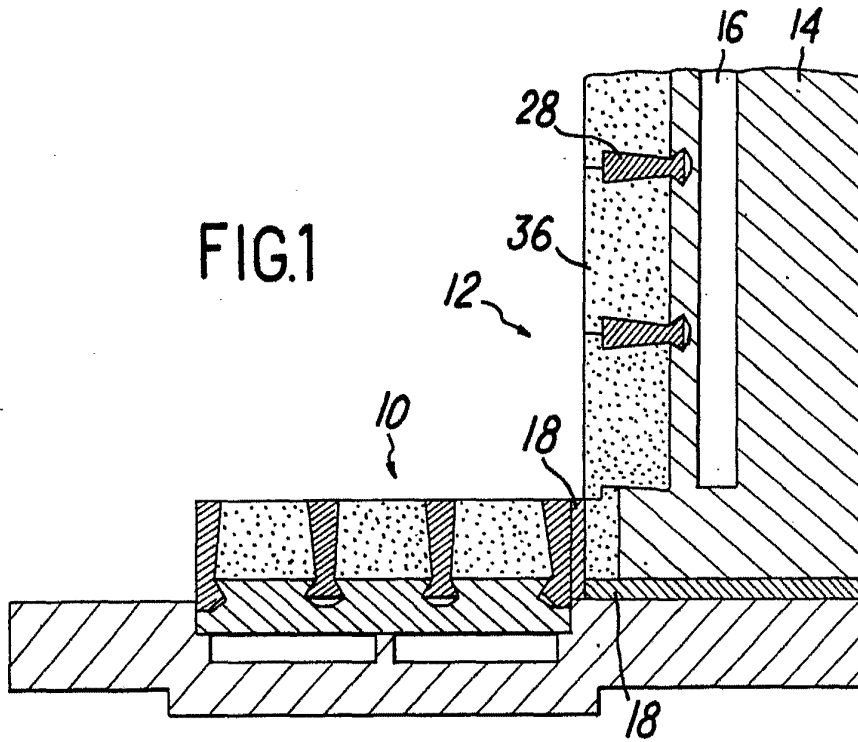
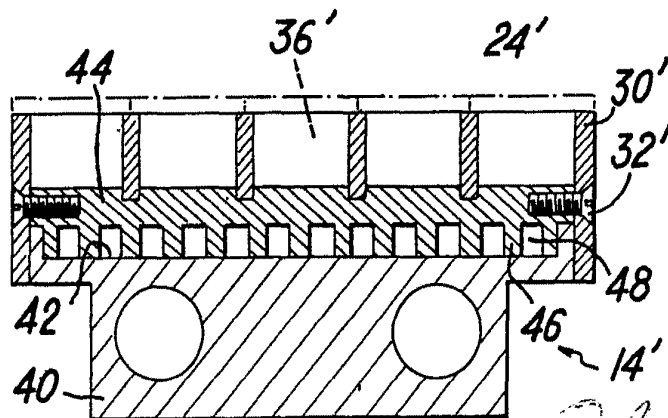


FIG. 1

338305

FIG. 4



Handwritten signature or scribble.

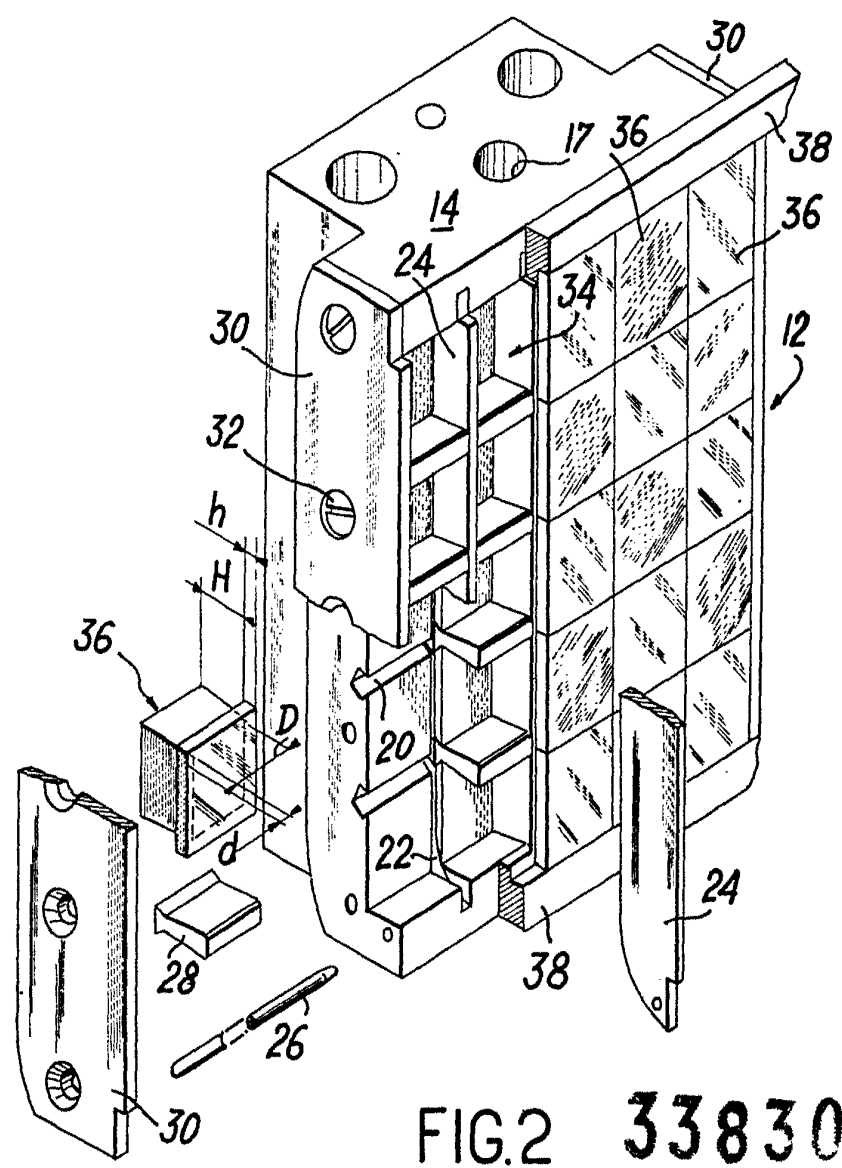
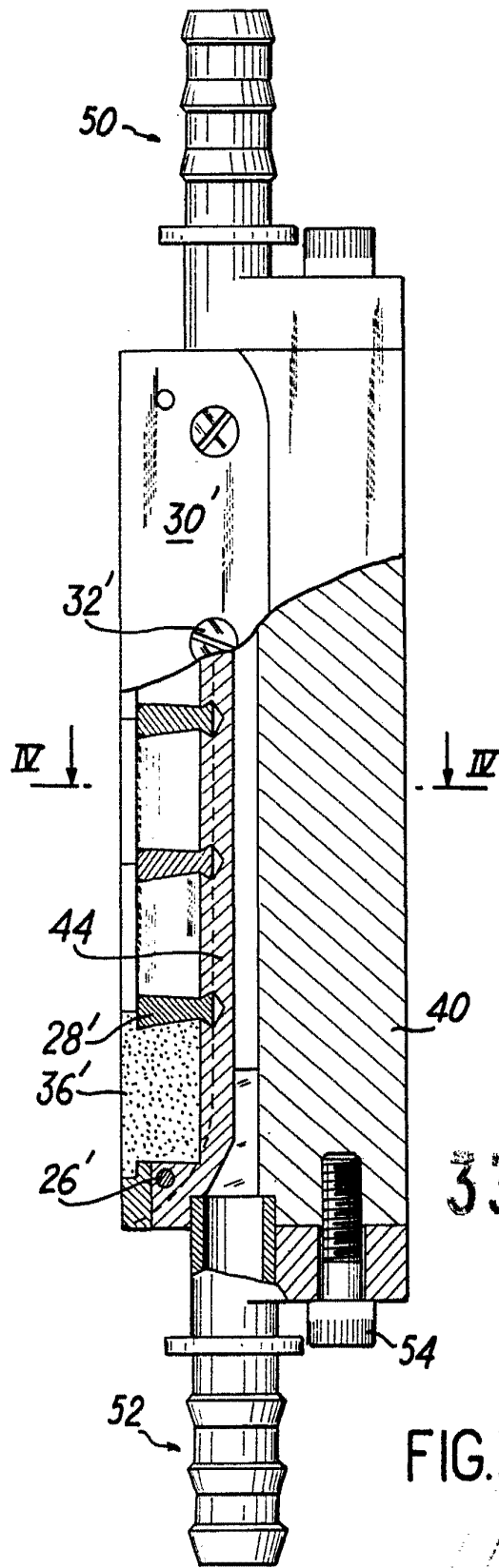


FIG. 2 338305

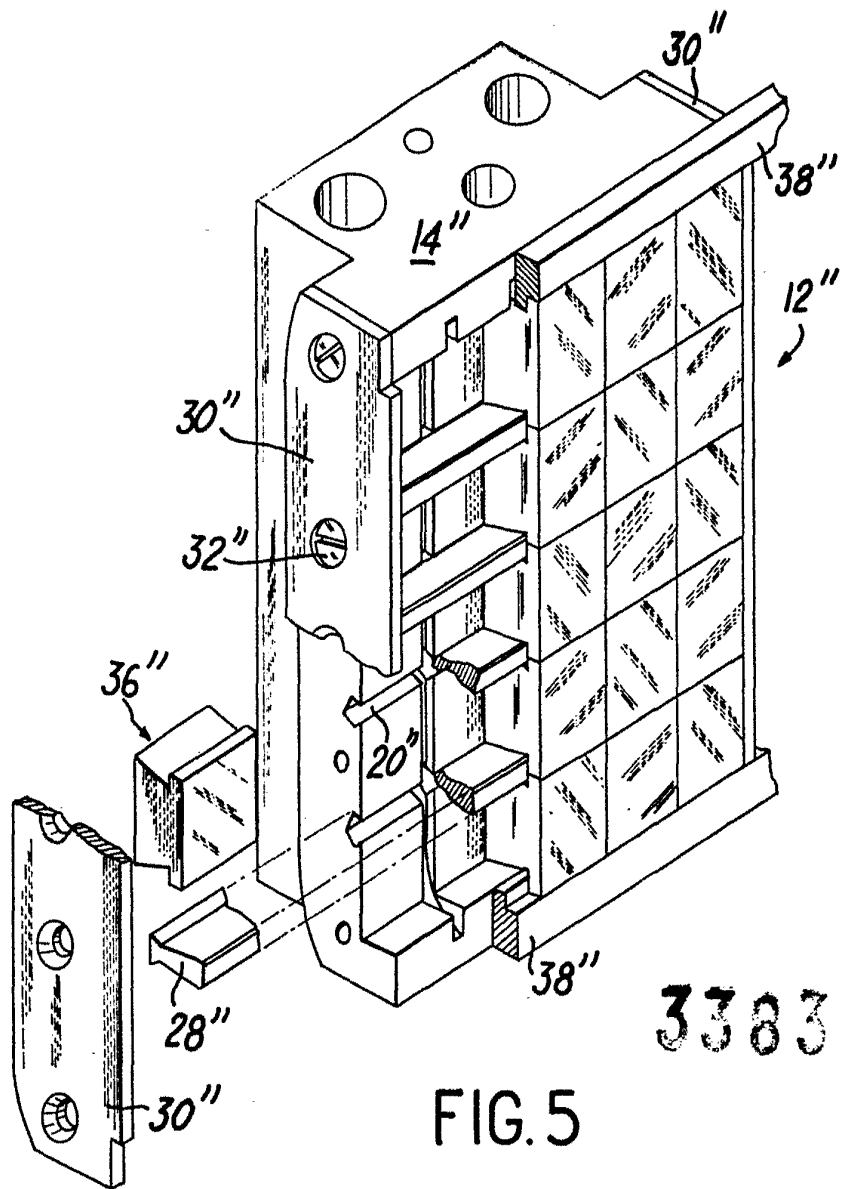
Alvarez



338305

FIG. 3

Handwritten signature or scribble



338305

FIG. 5

Alman